

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. August 2002 (29.08.2002)

PCT

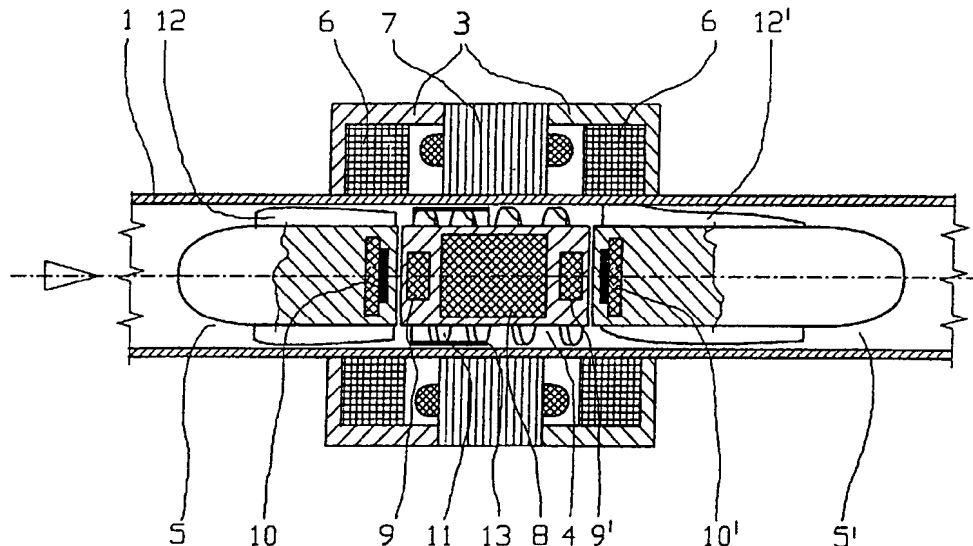
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/066837 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04D 29/04, 13/06, 3/02, A61M 1/10
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/01740
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. Februar 2002 (18.02.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 08 810.8 16. Februar 2001 (16.02.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BERLIN HEART AG [DE/DE]; Wiesenweg 10, 12247 Berlin (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NÜSSER, Peter [DE/DE]; Wustrower Strasse 23, 13051 Berlin (DE). MÜLLER, Johannes [DE/DE]; Güntzelstrasse 63, 10717 Berlin (DE). PETERS, Hans-Erhard [DE/DE]; Lychener Strasse 33, 10437 Berlin (DE). MÜLLER, Jörg [DE/DE]; Paul-Robeson-Strasse 36, 10439 Berlin (DE). NEUMANN, Werner [DE/DE]; Zeppelinstrasse 92, 12247 Berlin (DE). GRAICHEN, Kurt [DE/DE]; Boyenstrasse 44, 10115 Berlin (DE). ARNDT, Andreas [DE/DE]; Arndtstrasse 98, 12489 Berlin (DE).
- (74) Anwälte: GULDE, Klaus W. usw.; Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider, 10117 Berlin, Schützenstrasse 15 - 17, 10117 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR AXIALLY CONVEYING FLUIDS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR AXIALEN FÖRDERUNG VON FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: A device for axially conveying fluids, wherein the conveyor part thereof is entirely magnetically borne and the radial bearing thereof is provided with sufficient rigidity and efficiently dampened, whereby problems encountered when passing through critical speeds and the disadvantageous effects of hydrodynamic and mechanical imbalance of the rotor are avoided. The magnetic bearing is combined with a hydrodynamic bearing.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/066837 A1



GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zur axialen Förderung von Flüssigkeiten, deren Förderteil vollständig magnetisch gelagert ist und dessen radiale Lagerung eine hinreichende Steifigkeit und eine wirkungsvolle Dämpfung aufweist, so dass Probleme beim Durchfahren kritischer Drehzahlen sowie nachteilige Auswirkungen hydrodynamischer und mechanischer Unwuchten des Rotors vermieden werden können. Dazu ist die magnetische Lagerung mit einer hydrodynamischen Lagerung kombiniert.

5

10

Vorrichtung zur axialen Förderung von Flüssigkeiten

15

Beschreibung

20

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur axialen Förderung von Flüssigkeiten gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

25

Insbesondere geringer stabile mehrphasige Fluide, die durch einen Energieeintrag irreversible Veränderungen erfahren können, wie z. B. Emulsionen und Dispersionen, können beim Fördern in entsprechenden Vorrichtungen wie Pumpen nachteiligerweise in instabile Bereiche geraten.

30

35

Ein besonders empfindliches Fluidsystem stellt das Blut dar. Diese undurchsichtige rote Körperflüssigkeit der Wirbeltiere zirkuliert in einem in sich geschlossenen Gefäßsystem, wobei rhythmische Kontraktionen des Herzens das Blut in die verschiedenen Gebiete des Organismus hineindrücken. Hierbei transportiert das Blut die Atemgase Sauerstoff und Kohlendioxid sowie Nährstoffe, Stoffwechselprodukte und körpereigene Wirkstoffe. Das Blutgefäßsystem einschließlich des Herzens ist hierbei hermetisch von der Umwelt abgeschirmt, so dass im gesunden Organismus das Blut vom Stoffaustausch mit den Körperzellen abgesehen keine

5 Veränderungen erfährt, wenn es über das Herz durch den Körper gepumpt wird.

 Bekannt ist, dass das Blut bei Kontaktierung mit nichtkörpereigenen Materialien oder durch Fremdenergieeinwirkung zur Hämolyse und Thrombenbildung neigt. Thrombenbildung kann für den Organismus tödlich sein, weil sie zu Verstopfungen im weitverzweigten Gefäßsystem führen kann. Hämolyse beschreibt den Zustand, dass über das physiologische Maß hinaus die roten Blutkörperchen innerhalb des Körpers ly-
10 siert - zerstört - werden. Die Ursachen für Hämolyse können mechanisch oder metabolischer Art sein. Gesteigerte Hämolyse hat multiple Organschäden zur Folge und kann bis zum Tode des Menschen führen.

20 Andererseits hat sich gezeigt, dass es prinzipiell möglich ist, unter bestimmten konstruktiven Voraussetzungen die Pumpleistung des Herzens zu unterstützen bzw. sogar das natürliche Herz durch ein Kunstherz zu ersetzen. Allerdings ist ein Dauerbetrieb von implantierten Herzunterstützungspumpen oder Kunstherzen zur Zeit nur begrenzt möglich, weil
25 die Wechselwirkungen dieser Kunstprodukte mit dem Blut und dem gesamten Organismus immer noch zu nachteiligen Veränderungen des Blutes und des Organismus führen.

30 Aus dem Stand der Technik sind axiale Blutpumpen bekannt, die im wesentlichen aus einem zylindrischen Rohr bestehen, in dem ein Förderteil, das als Rotor eines außen anliegenden Motorstators ausgebildet ist, rotiert. Der Rotor, der eine sogenannte Beschaufelung aufweist, fördert, nachdem er
35 in Rotation versetzt wurde, die Flüssigkeit in axialer Richtung. Die Lagerung dieser sogenannten Axialpumpen stellt ein großes Problem dar. Eine rein mechanische Lagerung ist hinsichtlich der Blutschädigung und auch der relativ hohen Reibungswerte nachteilig. Auch die bisher be-

5 schriebenen Magnetlagerungsvarianten haben insbesondere zu keiner befriedigenden Lösung für die Lagerungsverhältnisse in Axialpumpen geführt, bei denen eine sehr kompakte Bauweise angestrebt wird.

10 So wird in der WO 00/64030 eine Vorrichtung zur schonenden Förderung von ein- oder mehrphasigen Fluiden beschrieben, deren Förderteil ausschließlich magnetisch gelagert ist. Hierzu sind in das Förderteil bevorzugt sowohl permanentmagnetische Lagerelemente für die Magnetlagerung als auch
15 permanentmagnetische Elemente für die Funktionalität als Motorrotor eines Elektromotors integriert. Die Verwendung einer Magnetlagerung für die hier beschriebene Fördereinrichtung erlaubt es, auf üblicherweise in der Strömung des zu fördernden Fluides angeordnete Lagerelemente, die zu
20 Totwassergebieten und Verwirbelungen des zu fördernden Fluides führen und dadurch die Strömung in negativer Weise beeinflussen, zu verzichten.

Die hier beschriebene magnetische Lagerung nimmt sowohl die axialen als auch die radialen Kräfte auf. Die axiale Lage
25 des Förderteiles wird aktiv stabilisiert, während die radiale Lagerung des Förderteiles mittels der vorhandenen Permanentmagnete ausschließlich passiv erfolgt. Die beschriebene Fördereinrichtung weist allerdings mehrere Nachteile auf.

30 Die passive magnetische Radiallagerung ist durch eine relativ geringe radiale Steifigkeit und Dämpfung charakterisiert, wodurch beim Pumpvorgang Probleme beim Durchfahren kritischer Drehzahlen des Rotors bzw. des Lagers auftreten.
35 Eventuell vorhandene hydrodynamische und mechanische Unwuchten des Rotors haben gravierende Auswirkungen auf die Funktion der Pumpe, insbesondere in der Anwendung als blutfördernde Einrichtung.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung
zur axialen Förderung von Flüssigkeiten anzubieten, deren
Förderteil vollständig magnetisch gelagert ist und dessen
radiale Lagerung eine hinreichende Steifigkeit und eine
wirkungsvolle Dämpfung aufweist, so dass Probleme beim
10 Durchfahren kritischer Drehzahlen sowie nachteilige Auswir-
kungen hydrodynamischer und mechanischer Unwuchten des Ro-
tors vermieden werden können.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit einer Vorrichtung zur
15 axialen Förderung von Flüssigkeiten gemäß dem kennzeichnen-
den Teil des Anspruches 1.

So ist die Vorrichtung zur axialen Förderung von Flüssig-
keiten, bestehend aus einem rohrförmigen, die Flüssigkeit
20 im wesentlichen axial führenden Hohlkörper, in dem in axia-
ler Ausrichtung ein mit einem außerhalb des Hohlkörpers be-
findlichen Motorstator in Rotation versetzbares magnetisch
gelagertes Förderteil angeordnet ist, wobei das eine magne-
tische Lagerung aufweisende Förderteil eine Rotorbeschaufe-
25 lung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die magnetische
Lagerung mit einer hydrodynamischen Lagerung kombiniert
ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen
30 angegeben.

So weist die Lagerung des Förderteiles eine aktiv stabili-
sierte magnetische Axiallagerung, eine passive magnetische
Radiallagerung und eine hydrodynamische Radiallagerung auf.
35 Die hydrodynamische Radiallagerung ist in einer weiteren
Ausbildung der Erfindung als hohlzylindrischer, rotations-
symmetrischer Stützring, der mit dem Förderteil verbunden
ist, ausgebildet.

5 Auf dem Förderteil ist mindestens ein Stützring angeordnet, wobei die Stützringe am Anfang des Motorrotors und/oder am Ende des Motorrotors oder zwischen diesen genannten Positionen angeordnet sind.

10 In einer Weiterbildung der Erfindung entspricht die axiale Abmessung des Stützringes maximal der axialen Länge des Förderteiles, und die axiale Abmessung der Lauffläche des Stützringes ist kleiner als eine Innenfläche des Stützringes.

15 Der Stützring weist die gleiche radiale Abmessung auf, wie die Rotorbeschaufelung und ist mit ihr verbunden.

Weiterbildend besitzt der Stützring eine solche radiale Abmessung (Dicke), dass er mit einer radialen Profilierung versehen werden kann, die der Konditionierung der Zuströmung in die Rotorbeschaufelung des Förderteils dient.

20 In einer weiteren Ausbildung ist ein Stützring mit derartiger axialer Erstreckung vorgesehen, dass die Beschaufelung auf ihrer gesamten Länge radial vom Stützring begrenzt wird. Die Lauffläche des Stützringes, die gegen die Innen-

25 seite des rohrförmigen Hohlkörpers zeigt, weist vorteilhafterweise eine Oberflächenbeschichtung mit Notlaufeigenschaften auf, die zudem biokompatibel ist.

30 Die Innenfläche des Stützringes hat in einer Ausführung eine Profilierung, die die Strömungseigenschaften günstig beeinflussen kann.

Die Ausbildung der Lauffläche des Stützringes als eine Lauflinie führt zu besonders günstigen Reibungswerten.

35 Die große Steifigkeit und Dämpfung der radialen Lagerung des Förderteils wird dadurch erreicht, dass zusätzlich zu

5 einer magnetischen Lagerung des Förderteiles eine hydrody-
namische Lagerung vorgesehen ist. Die hydrodynamische Lage-
rung wird durch mindestens einen hohlzylindrischen, rotati-
onssymmetrischen Stützring erreicht, der mit dem Förderteil
fest verbunden ist. Bei geeigneter Ausbildung des Stützrin-
10 ges wird dem Rotor eine große Kippsteifigkeit verliehen.
Vorteilhafterweise wird dieser Effekt durch eine besonders
große axiale Erstreckung des Stützringes oder durch die An-
bringung mindestens zweier Stützringe an einem Rotor er-
reicht.

15 Bei großer axialer Erstreckung des Stützringes bzw. weitge-
hender oder vollständiger Kapselung der Beschaufelung durch
einen solchen Stützring, werden vorteilhafterweise schädli-
che Wirkungen des an den Schaufelenden auftretenden radia-
20 len Spaltes vermieden.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen

25

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Axialschnittes
einer axialen Blutpumpe mit Stützring,

30

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Anordnung ei-
ner Anordnung eines Stützringes auf dem Rotor,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Anordnung
zweier Stützringe auf dem Rotor.

35

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Anordnung ei-
nes Stützringes mit profitierter Innenfläche,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines über den ge-
samten Rotor sich erstreckenden Stützringes und

5

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Stützringes auf dem Rotor mit einer Lauflinie auf der Lauffläche.

10 Fig. 1 zeigt beispielhaft in axialer Schnittdarstellung den Aufbau einer gattungsmäßigen Axialpumpe mit der erfindungsgemäßen Lagerung eines Förderteiles 4. Die Axialpumpe besteht in ihren Hauptteilen aus einem rohrförmigen Hohlkörper 1 und einem Pumpengehäuse 3, das einen Motorstator 7 und Axialstabilisatoren 6 einschließt. Das Pumpengehäuse 3
15 liegt unmittelbar rotationssymmetrisch am rohrförmigen Hohlkörper 1 an. Im Inneren des rohrförmigen Hohlkörpers 1 sind eine Fluidvorleiteinrichtung 5 und eine Fluidnachleiteinrichtung 5' vorgesehen, zwischen denen das mittels des
20 Motorstators 7 in Rotation versetzbare Förderteil 4 angeordnet ist.

Das Förderteil 4 ist magnetisch gelagert, wobei permanent magnetische Lagerelemente 9 und 9' im Motorrotor 8 und per-
25 manentmagnetische Lagerelemente 10 und 10' in den Fluidvor- und Fluidnachleiteinrichtungen 5 und 5' angeordnet sind. Auf dem Motorrotor 8 des Förderteiles 4 ist eine Rotorbeschau-
30 felung 11 vorgesehen, die mit einem Stützring 11 kombiniert ist. Das magnetisch gelagerte Förderteil 4 wird über den Motorstator 7 in Rotation versetzt, wobei mittels der sich gegenüberstehenden permanentmagnetischen Lagerele-
35 mente 9, 9' und 10, 10' in Verbindung mit den Axialstabilisatoren 6 das Förderteil schwebend gehalten wird und der Stützring 11 für eine zusätzliche hydrodynamische Lagerung des rotierenden Förderteiles 4 sorgt.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung den Motorrotor 8 mit der Rotorbeschau-
felung 11 in einem aufgeschnittenen rohrförmigen Hohlkörper 1. Erfindungsgemäß ist der Stütz-

5 ring 13 hier im Endbereich des Motorstators 8 angeordnet.
Die zu fördernde Flüssigkeit wird hier zwischen einer Innenfläche 16 des Stützringes 13 und dem Motorrotor 8 bewegt. Eine Lauffläche 14 des Stützringes 13 wird bei minimalem Abstand zu einer Innenwandung 2 des rohrförmigen
10 Hohlkörpers 1 bewegt.

Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung die Anordnung von zwei Stützringen 13 und 13' an den Enden eines Motorrotors 8. Die Darstellung des rohrförmigen Hohlkörpers 1 ist hier
15 weggelassen.

Fig. 4 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausgestaltung des Stützringes 13. Die Innenfläche 16 des Stützringes 13 zeigt eine Profilierung 15. Wie in der Schnittdarstellung
20 des Stützringes 13 erkennbar ist hier die Profilierung 15 in tragflächenähnlicher Form ausgeführt. Auch hier ist auf die Darstellung des rohrförmigen Hohlkörpers verzichtet worden.

25 In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist in Fig. 5, ebenfalls ohne Darstellung des rohrförmigen Hohlkörpers 1 ein Stützring 13 angeordnet, der die gesamte axiale Länge des Motorrotors 8 mit seiner Beschaufelung 11 befaßt. Die Beförderung der Flüssigkeit erfolgt auch hier zwischen der
30 Innenfläche 16 des Stützringes 13 und dem Motorrotor 8.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist in Fig. 6 ein Stützring 13 dargestellt, der seiner Lauffläche 14 eine erhabene Lauflinie 17 aufweist, die einen minimalen Abstand
35 verbunden mit einer minimalen Reibung gegenüber der Innenwandung 2 des rohrförmigen Hohlkörpers 1 ermöglicht.

5

Bezugszeichenliste

10

- | | |
|----|--|
| 1 | rohrförmiger Hohlkörper |
| 15 | 2 Innenwandung |
| | 3 Pumpengehäuse |
| | 4 Förderteil |
| 20 | 5 Fluidvorleiteinrichtung |
| | 5' Fluidnachleiteinrichtung |
| 25 | 6 Axialstabilisator |
| | 7 Motorstator |
| | 8 Motorrotor |
| 30 | 9 permanentmagnetisches Lagerelement |
| | 9' permanentmagnetisches Lagerelement |
| 35 | 10 permanentmagnetisches Lagerelement |
| | 10' permanentmagnetisches Lagerelement |
| | 11 Rotorbeschaufelung |

- 5
- 12 Fluidleitbeschaufelung
- 12' Fluidleitbeschaufelung
- 10 13 Stützring
- 13' Stützring
- 14 Lauffläche
- 15 15 Profilierung
- 16 Innenfläche
- 20 17 Lauflinie

5

Patentansprüche

- 10 1. Vorrichtung zur axialen Förderung von Flüssigkeiten,
bestehend aus einem rohrförmigen, die Flüssigkeit im
wesentlichen axial führenden Hohlkörper (1), in dem in
axialer Ausrichtung ein mit einem außerhalb des Hohl-
körpers (1) befindlichen Motorstator (7) in Rotation
15 versetzbares magnetisch gelagertes Förderteil (4) ange-
ordnet ist, wobei das eine magnetische Lagerung aufwei-
sende Förderteil (4) eine Rotorbeschaufelung (11) auf-
weist,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die magnetische Lagerung mit einer hydrodynamischen La-
gerung kombiniert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
die Lagerung des Förderteiles (4) eine aktiv stabili-
sierte magnetische Axiallagerung, eine passive magneti-
sche Radiallagerung und eine hydrodynamische Radialla-
gerung (13) aufweist.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die hydrodynamische Radiallagerung als hohlzylindri-
scher, rotationssymmetrischer Stützring (13), der mit
35 dem Förderteil (4) verbunden ist, ausgebildet ist.

- 5 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 auf dem Förderteil (4) mindestens ein Stützring (13)
 angeordnet ist.
- 10 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Stützringe (13) am Anfang des Motorrotors (8)
 und/oder am Ende des Motorrotors (8) oder zwischen die-
15 sen genannten Positionen angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet, dass
20 die axiale Abmessung des Stützringes (13) maximal der
 axialen Länge des Förderteiles (4) entspricht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
 die axiale Abmessung der Lauffläche (14) des Stützrin-
 ges (13) kleiner als eine Innenfläche (16) des Stütz-
 ringes (13) ist.
- 30 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 der Stützring (13) die gleiche radiale Abmessung auf-
 weist wie die Rotorbeschaufelung (11).

5

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
Stützring (13) und Rotorbeschaufelung (11) verbunden
sind.

10

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Stützring (13) eine solche radiale Abmessung (Di-
cke) besitzt, so dass er mit einer radialen Profilie-
rung versehen werden kann, die der Konditionierung der
Zuströmung in die Rotorbeschaufelung (11) des Förder-
teils (4) dient.

20

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Stützring (13) mit derartiger axialer Erstreckung
vorliegt, dass die Beschaufelung (11) auf ihrer gesam-
ten Länge radial vom Stützring (13) begrenzt wird.

25

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Lauffläche (14) des Stützringes (13), die gegen die
Innenseite des rohrförmigen Hohlkörpers (1) zeigt, eine
Oberflächenbeschichtung mit Notlaufeigenschaften auf-
weist, die zudem biokompatibel ist.

30

35

- 5 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Innenfläche (16) des Stützringes (13) eine Profi-
 lierung (15) aufweist.
- 10 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Lauffläche (14) des Stützringes (13) eine Lauflinie
 (17) aufweist.

1/2

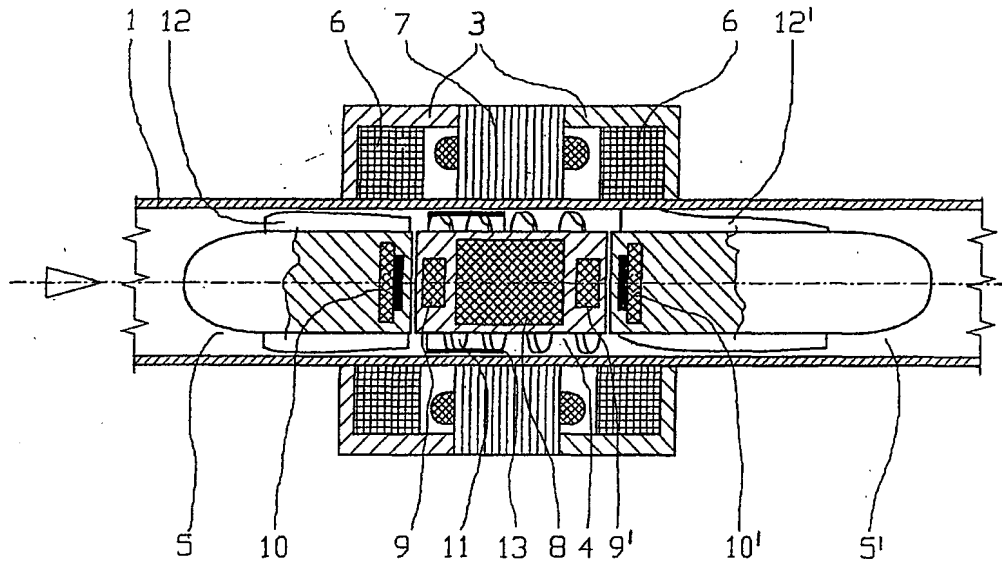


Fig. 1

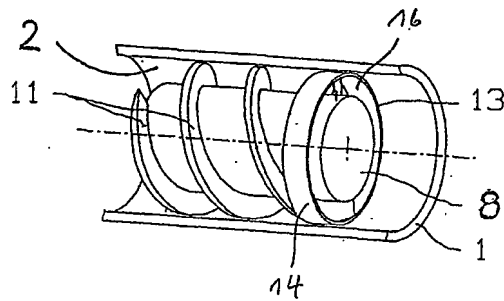


Fig. 2

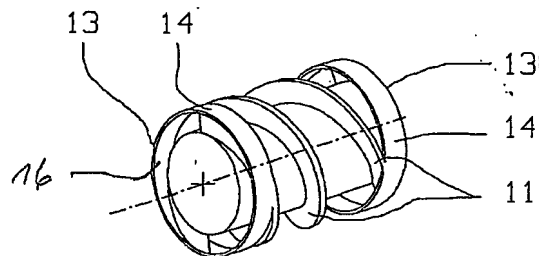
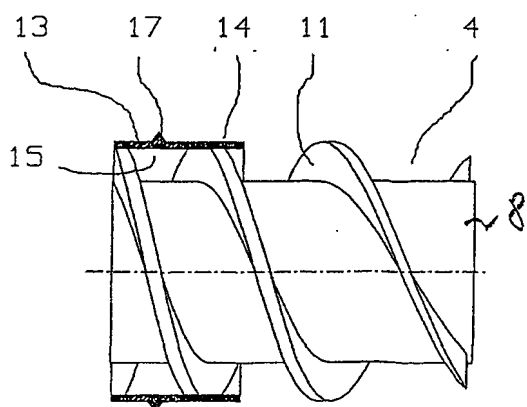
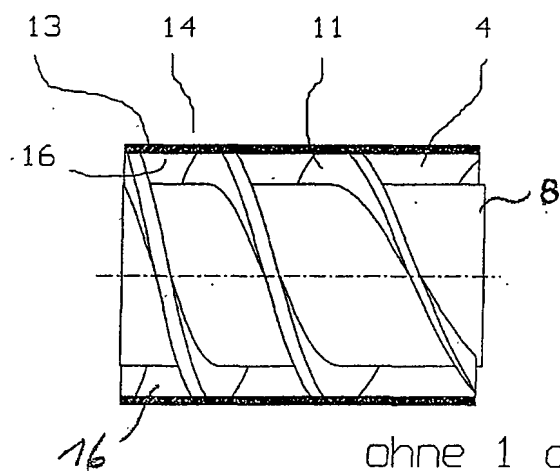
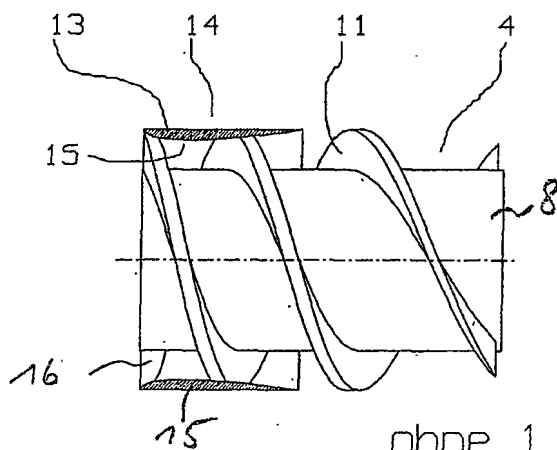


Fig. 3

ohne 1 dargestellt

2/2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/01740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F04D29/04 F04D13/06 F04D3/02 A61M1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04D A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 11650 A (SULZER ELECTRONICS AG ;HUGEL JOERG (CH); SCHOEB RETO (CH); LUST AN) 19 March 1998 (1998-03-19) the whole document page 20, line 6 - line 28 figure 1 claim 1	1-11,13, 14
X	WO 00 64508 A (WAMPLER RICHARD K ;LANCISI DAVID M (US); KRITON MEDICAL INC (US)) 2 November 2000 (2000-11-02) the whole document page 9, line 21 - line 24	1,12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 May 2002

Date of mailing of the international search report

29/05/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ingelbrecht, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/01740

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9811650	A	19-03-1998	CA 2237203 A1	19-03-1998
			WO 9811650 A1	19-03-1998
			EP 0860046 A1	26-08-1998
			JP 2000502420 T	29-02-2000
			US 6053705 A	25-04-2000
WO 0064508	A	02-11-2000	US 6234772 B1	22-05-2001
			AU 4330200 A	10-11-2000
			EP 1173238 A1	23-01-2002
			WO 0064508 A1	02-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01740

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F04D29/04 F04D13/06 F04D3/02 A61M1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04D A61M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 11650 A (SULZER ELECTRONICS AG ;HUGEL JOERG (CH); SCHOEB RETO (CH); LUST AN) 19. März 1998 (1998-03-19) das ganze Dokument Seite 20, Zeile 6 - Zeile 28 Abbildung 1 Anspruch 1	1-11,13, 14
X	WO 00 64508 A (WAMPLER RICHARD K ;LANCISI DAVID M (US); KRITON MEDICAL INC (US)) 2. November 2000 (2000-11-02) das ganze Dokument Seite 9, Zeile 21 - Zeile 24	1,12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Mai 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/05/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ingelbrecht, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01740

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9811650 A	19-03-1998	CA 2237203 A1	19-03-1998
		WO 9811650 A1	19-03-1998
		EP 0860046 A1	26-08-1998
		JP 2000502420 T	29-02-2000
		US 6053705 A	25-04-2000
WO 0064508 A	02-11-2000	US 6234772 B1	22-05-2001
		AU 4330200 A	10-11-2000
		EP 1173238 A1	23-01-2002
		WO 0064508 A1	02-11-2000